

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-258283

(P2001-258283A)

(43) 公開日 平成13年9月21日 (2001.9.21)

(51) Int. Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード (参考)

H 0 2 P 5/05

B 6 0 L 9/18

J 5 H 1 1 5

B 6 0 L 9/18

H 0 2 P 5/00

5 0 1 5 H 5 5 0

// H 0 2 P 6/08

6/02

3 5 1 J 5 H 5 6 0

6/18

3 7 1 S

6/12

3 7 1 D

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願2000-63875 (P2000-63875)

(22) 出願日

平成12年3月8日 (2000.3.8)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 石井 明夫

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
東芝本社事務所内

(72) 発明者 堺 和人

神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地
株式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

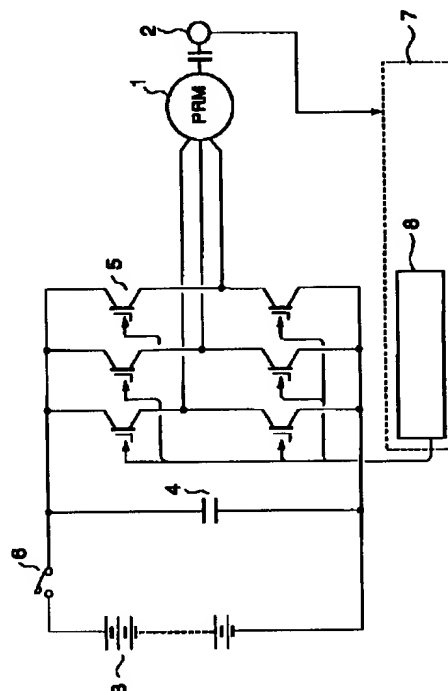
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気自動車駆動用インバータシステム

(57) 【要約】

【課題】 インバータ自身・インバータ装置冷却機構の小型化を実現すること。

【解決手段】 磁石トルクとリラクタンストルクの2種類のトルクを発生するリラクタンس電動機1と、その回転速度検出・位相検出を行なう回転検出手段2と、直流電力を供給する動力電源3と、直流電力を任意の周波数を有する交流電力に変換し、リラクタンス電動機1へ給電して駆動する3相インバータ回路5と、動力電源3と3相インバータ回路5とを解列するためのスイッチ6と、回転検出手段2により検出されたリラクタンス電動機1の回転速度・位相に基づいて、リラクタンス電動機1へ給電する3相のPWM制御の波形を造出し3相インバータ回路5へ与えて制御するインバータ制御回路8を有する制御手段7とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電気自動車に搭載され、前記電気自動車の推進力を発生する電気自動車駆動用インバータシステムにおいて、

回転子に磁石を埋め込んだことによって生じる磁石トルクと、前記磁石を埋め込んだことによる磁性部分および前記回転子に空隙を設けたことによる非磁性部分による究極配置による磁気抵抗変化を利用したリラクタンストルクとを発生するリラクタンス電動機と、

前記リラクタンス電動機の回転速度検出および位相検出を行なう回転検出手段と、

直流電力を供給する動力電源と、

前記動力電源からの直流電力を任意の周波数を有する交流電力に変換し、当該交流電力を前記リラクタンス電動機へ給電して駆動する3相インバータ回路と、

前記動力電源と前記3相インバータ回路との間に設けられ、両者を解列するためのスイッチと、

前記回転検出手段により検出されたリラクタンス電動機の回転速度および位相に基づいて、前記リラクタンス電動機へ給電する3相のPWM制御の波形を造出し前記3相インバータ回路へ与えて制御するインバータ制御回路を有する制御手段と、

を備えて成ることを特徴とする電気自動車駆動用インバータシステム。

【請求項2】 前記請求項1に記載の電気自動車駆動用インバータシステムにおいて、

前記制御手段のインバータ制御回路に、前記リラクタンス電動機の高速回転時には、前記PWM制御波形が電圧利用率最大かつスイッチング損失最小となるように、PWM制御から1パルス波形制御へ切り換えて高効率制御を行なう手段を備えたことを特徴とする電気自動車駆動用インバータシステム。

【請求項3】 前記請求項1に記載の電気自動車駆動用インバータシステムにおいて、

前記制御手段のインバータ制御回路に、定トルク領域では最大トルク位相で最大効率運転を行ない、定出力領域では進み位相角で制御を行なうことによって、前記磁石トルクとリラクタンストルクが最適配分となるように最大効率制御を行なう手段を備えたことを特徴とする電気自動車駆動用インバータシステム。

【請求項4】 前記請求項1に記載の電気自動車駆動用インバータシステムにおいて、

前記回転検出手段の代りに、

前記制御手段のインバータ制御回路に、

前記リラクタンス電動機の磁極位置を、低速回転時には高周波電圧を重畳して電流振幅の差で軸方向を推定しかつ直流電圧を印加して磁気飽和の差からN極S極の磁極位置を判定し、高速回転時には逆電圧の向きから磁極位置を演算判定して、回転検出手段レス制御を行なう手段を備えたことを特徴とする電気自動車駆動用インバータ

システム。

【請求項5】 前記請求項1に記載の電気自動車駆動用インバータシステムにおいて、

前記制御手段のインバータ制御回路に、

前記リラクタンス電動機の高速回転時に、当該リラクタンス電動機の誘起電圧を回転子磁石の温度から推定演算し、前記3相インバータ回路の故障によって前記動力電源と3相インバータ回路とを前記スイッチにより解列しても、前記リラクタンス電動機の無負荷時誘起電圧によってスイッチング素子や主回路機器の破壊が起きないように、前記推定演算結果に基づいて速度制限をかける制御を行なう手段を備えたことを特徴とする電気自動車駆動用インバータシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電気自動車に搭載され、電気自動車の推進力を発生する電気自動車駆動用インバータシステムに係り、特にインバータ自身・インバータ装置冷却機構の小型化を実現できるようにした電気自動車駆動用インバータシステムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来から、電気自動車を駆動するための電動機を含めたインバータシステムでは、収納が自動車搭載という限られた狭いスペース空間であるため、小型化が要求されている。

【0003】システムの小型化を図るためには、電動機とインバータ装置自身を構造的に小さくすることは勿論であるが、発熱そのものを抑えてインバータ装置冷却機構を小さくする必要もある。

【0004】ここで、発熱は通電電流そのものによるものであり、全体の小型化を図るには、同一定格出力(KW)を得るのに、効率や力率を高めて定格電流を小さくして発熱を抑え、インバータ装置冷却機構を小型化することが考え得る手段となるが、設計的に限界があり、より小型化することは技術課題となっている。

【0005】また、従来から、電気自動車駆動用の電動機としては、誘導電動機(IM)、磁石を回転子の表面に取り付けた電動機(SPM)や、回転子そのものに磁石を埋め込んだ電動機(IPM)等に代表される磁石電動機、並びに回転子に空隙を設けて磁気抵抗回路により形成されるリラクタンス効果を利用したリラクタンス電動機等が適用されてきている。

【0006】しかしながら、誘導電動機では、出力密度や効率が低く、体格が大きくなるという問題点がある。

【0007】また、磁石電動機では、出力密度や効率が上がる反面、磁石を多用するため経済的に難点があったり、高速回転時に無負荷時誘起電圧が高くなるため主回路・素子類に損傷を与えたりする問題点がある。

【0008】さらに、リラクタンス電動機では、構造が

簡単な反面、振動やトルクリップルが大きい等の問題点がある。

【0009】一方、動力電源は、2次電池等の直流電源であることから、通常運転時も極力消費を抑えたかつ充電間隔を延ばすような高効率の運転制御を行なうことが要求されており、電圧降下時はその電圧を最大限有効に利用して、電動機を駆動するような制御を行なうことが望ましい。

【0010】そこで、このような問題点を改善し、または要求を満足するために、高効率（低燃費）、高出力、小型で、経済性、安全性、信頼性が高く、電気自動車駆動用の特性に合った、広い回転数域をカバーする広界磁弱め範囲を実現できる電気自動車駆動用のインバータシステムが必要とされている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、電気自動車駆動用のインバータシステムにおいては、高効率により動力電源を長寿命化でき、高出力で単位重量当たりの出力密度が高く、小型で、高速回転時に制御不能となっても過剰な電圧（無負荷時誘起電圧）の発生がなく、主回路上、安全性と信頼性が高い駆動方式とすることが課題となってきた。

【0012】本発明の目的は、電動機として、同一定格出力を得るのに従来と比べて定格電流を小さくすることができ、かつ高速回転時の無負荷時誘起電圧を低くすることができ、これによりインバータ自身およびインバータ装置冷却機構の小型化を実現し、また限られた動力電源の充電間隔を延ばし、インバータとして高効率運転制御を行なうことが可能な電気自動車駆動用インバータシステムを提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、請求項1に対応する発明では、電気自動車に搭載され、電気自動車の推進力を発生する電気自動車駆動用インバータシステムにおいて、回転子に磁石を埋め込んだことによって生じる磁石トルクと、磁石を埋め込んだことによる磁性部分および回転子に空隙を設けたことによる非磁性部分による突極配置による磁気抵抗変化を利用したリラクタンストルクとを発生するリラクタンズ電動機と、リラクタンズ電動機の回転速度検出および位相検出を行なう回転検出手段と、直流電力を供給する動力電源と、動力電源からの直流電力を任意の周波数を有する交流電力に変換し、当該交流電力をリラクタンズ電動機へ給電して駆動する3相インバータ回路と、動力電源と3相インバータ回路との間に設けられ、両者を解列するためのスイッチと、回転検出手段により検出されたリラクタンズ電動機の回転速度および位相に基づいて、リラクタンズ電動機へ給電する3相のPWM制御の波形を造出し3相インバータ回路へ与えて制御するインバータ制御回路を有する制御手段とを備えている。

【0014】従って、請求項1に対応する発明の電気自動車駆動用インバータシステムにおいては、電動機として、磁石トルクとリラクタンストルクの2種類のトルクを発生するリラクタンズ電動機を使用することにより、電動機として、同一定格出力を得るのに、従来と比べて定格電流を小さくでき、かつ高速回転時の無負荷時誘起電圧を低くすることができる。また、定格電流が小さくなることから、インバータ自身と素子定格電流、およびインバータ装置冷却機構の小型化を実現することができ、かつ主回路・素子に損傷を与えず、安全に保つことができる。

【0015】また、請求項2に対応する発明では、上記請求項1に対応する発明において、制御手段のインバータ制御回路に、リラクタンズ電動機の高速回転時には、PWM制御波形が電圧利用率最大かつスイッチング損失最小となるように、PWM制御から1パルス波形制御へ切り換えて高効率制御を行なう手段を備えている。

【0016】従って、請求項2に対応する発明の電気自動車駆動用インバータシステムにおいては、リラクタンズ電動機の高速回転時に、PWM制御波形が電圧利用率最大かつスイッチング損失最小となるように、PWM制御から1パルス波形制御へ切り換えることにより、動力電源降下時も動力電源を最大限有効利用して、3相インバータ回路の損失による発熱を抑え込む高効率制御を行なうことができる。また、1パルス制御により永久磁石式リラクタンズ電動機電圧をアップでき、リラクタンズ電動機と素子の電流を小さくすることができる。これにより、限られた動力電源の充電間隔を延ばすことができ、インバータとして、高速回転時に、高効率運転制御を行なうことができる。

【0017】さらに、請求項3に対応する発明では、上記請求項1に対応する発明において、制御手段のインバータ制御回路に、定トルク領域では最大トルク位相で最大効率運転を行ない、定出力領域では進み位相角で制御を行なうことによって、磁石トルクとリラクタンストルクが最適配分となるように最大効率制御を行なう手段を備えている。

【0018】従って、請求項3に対応する発明の電気自動車駆動用インバータシステムにおいては、定トルク領域では最大トルク位相で最大効率運転を行ない、定出力領域では進み位相角で制御を行なうことにより、磁石トルクとリラクタンストルクを最適に配分制御して、熱損失の少ない最大効率制御を行なうことができる。これにより、限られた動力電源の充電間隔を延ばすことができ、インバータとして、定出力と定トルクの全領域にわたって、高効率運転制御を行なうことができる。

【0019】また、請求項4に対応する発明では、上記請求項1に対応する発明において、回転検出手段の代りに、制御手段のインバータ制御回路に、リラクタンズ電動機の磁極位置を、低速回転時には高周波電圧を重畳し

て電流振幅の差で軸方向を推定しかつ直流電圧を印加して磁気飽和の差からN極S極の磁極位置を判定し、高速回転時には逆電圧の向きから磁極位置を演算判定して、回転検出手段レス制御を行なう手段を備えている。

【0020】従って、請求項4に対応する発明の電気自動車駆動用インバータシステムにおいては、リラクタンス電動機1の速度検出および位相検出を行なう回転検出手段の代りに、リラクタンス電動機1の磁極位置を、低速回転時には高周波電圧を重ねて電流振幅の差で軸方向を推定しかつ直流電圧を印加して磁気飽和の差からN極S極の磁極位置を判定し、高速回転時には逆電圧の向きから磁極位置を演算判定して回転検出手段レス制御を行なうことにより、回転検出手段を不要として電動機を小型化し、かつハード品である回転検出手段に頼らず、信頼性を向上することができる。

【0021】さらに、請求項5に対応する発明では、上記請求項1に対応する発明において、制御手段のインバータ制御回路に、リラクタンス電動機1の高速回転時に、当該リラクタンス電動機1の誘起電圧を回転子磁石の温度から推定演算し、3相インバータ回路の故障によって動力電源3と3相インバータ回路とをスイッチにより解列しても、リラクタンス電動機1の無負荷時誘起電圧によってスイッチング素子や主回路機器の破壊が起きないように、推定演算結果に基づいて速度制限をかける制御を行なう手段を備えている。

【0022】従って、請求項5に対応する発明の電気自動車駆動用インバータシステムにおいては、リラクタンス電動機1の高速回転時に3相インバータ回路が故障しても、リラクタンス電動機1の無負荷時誘起電圧が低ければ、直流電力を供給する動力電源3と3相インバータ回路とをスイッチにより解列しても、リラクタンス電動機1の無負荷時誘起電圧によるスイッチング素子や主回路機器の耐圧超過による破壊は起きないことから、リラクタンス電動機1の誘起電圧を回転子磁石の温度から推定演算して速度制限をかける制御を行なうことにより、絶えず機器の耐圧以下しか最高速度が出ず、機器を耐圧破壊することがなくなり、安全性を向上することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0024】(第1の実施の形態)図1は、本実施の形態による電気自動車駆動用インバータシステムの全体構成例を示すブロック回路図である。

【0025】すなわち、本実施の形態による電気自動車駆動用インバータシステムは、電気自動車に搭載され、電気自動車の推進力を発生するものであり、図1に示すように、永久磁石式リラクタンス電動機(PRM)1と、回転検出手段である回転センサー2と、動力電源3と、平滑コンデンサ4と、3相インバータ回路5と、スイッチ6と、制御回路7とから構成している。

【0026】永久磁石式リラクタンス電動機1は、2種類のトルク、すなわち回転子に磁石を埋め込んだことによって生じる磁石トルクと、磁石を埋め込んだことによる磁性部分および回転子に空隙を設けたことによる非磁性部分による究極配置による磁気抵抗変化を利用したリラクタンストルクとを発生する。

【0027】回転センサー2は、永久磁石式リラクタンス電動機1の回転速度検出および位相検出を行なう。

【0028】動力電源3は、例えば2次電池等の直流電源からなるもので、直流電力を供給する。

【0029】平滑コンデンサ4は、動力電源3からの直流電力中よりリップル分を除去して平滑する。

【0030】3相インバータ回路5は、例えば半導体スイッチング素子等の複数のスイッチング素子を図示のように3相ブリッジ接続してなるもので、平滑コンデンサ4を介して得られる動力電源3からの直流電力を任意の周波数を有する交流電力に変換し、さらにこの交流電力を永久磁石式リラクタンス電動機1へ給電して駆動する。

【0031】スイッチ6は、動力電源3と平滑コンデンサ4との間に設けられ、例えば3相インバータ回路5の故障時等に両者を解列するためのものである。

【0032】制御回路7は、回転センサー2により検出された永久磁石式リラクタンス電動機1の回転速度および位相に基づいて、永久磁石式リラクタンス電動機1へ給電する3相のPWM制御の正弦波波形を造出し、3相インバータ回路5へ与えて制御するインバータ制御回路8を備えており、インバータシステム全体の制御を司る。

【0033】図2は、永久磁石式リラクタンス電動機(PRM)1の詳細な構成例を示す断面図である。

【0034】図2において、永久磁石式リラクタンス電動機1は、エアギャップ22の間隔をあけた、固定子鉄心20と回転子鉄心21とから成り、回転子鉄心21は非磁性部分となる空隙23と磁性体である永久磁石24を究極配置することによる磁気抵抗変化を利用したリラクタンストルクと磁石トルクの、2種類のトルクを得る構成となっている。

【0035】次に、以上のように構成した本実施の形態による電気自動車駆動用インバータシステムにおいては、電動機として、磁石トルクとリラクタンストルクの2種類のトルクを発生する永久磁石式リラクタンス電動機1を使用していることにより、電動機として、同一定格出力(KW)を得るのに、従来と比べて定格電流を小さくでき、かつ高速回転時の無負荷時誘起電圧を低くすることができる。図3は、磁石を回転子の表面に取り付けた磁石電動機(SPM)の電気特性の一例を示す図である。

【0036】図3において、横軸に電動機回転数Nを、縦軸に電動機トルクT、電動機電流I、電動機誘起電圧

Vをそれぞれ示している。

【0037】図4は、永久磁石式リラクタンス電動機（PRM）1の電気特性の一例を示す図である。

【0038】図4において、横軸に電動機回転数Nを、縦軸に電動機トルクT、電動機電流I、電動機誘起電圧Vをそれぞれ示している。

【0039】図3と図4とを比較した場合、同じ出力（KW）を得るのに、トルク値T1は同じであっても、電流値は $I1 > I2$ でI2はI1のおよそ60%位、誘起電圧値も $V1 > V2$ でV2はV1のおよそ60%位となり、図4に示す永久磁石式リラクタンス電動機（PRM）1の方が、磁石を回転子の表面に取り付けた図3に示す磁石電動機（SPM）よりも、電流値、誘起電圧値ともに、およそ40%程低くなることを示している。

【0040】これにより、電動機として、同一定格出力を得るのに、従来と比べて定格電流を小さくでき、かつ高速回転時の無負荷時誘起電圧を低くすることができる。

【0041】また、定格電流が小さくなることから、インバータ自身と素子定格電流、およびインバータ装置冷却機構の小型化を実現することができ、かつ主回路・素子に損傷を与えず、安全に保つことができる。

【0042】上述したように、本実施の形態による電気自動車駆動用インバータシステムでは、電動機として、磁石トルクとリラクタンストルクの2種類のトルクを発生する永久磁石式リラクタンス電動機1を使用するようにしているので、電動機として、同一定格出力を得るのに、従来と比べて定格電流を小さくでき、かつ高速回転時の無負荷時誘起電圧を低くすることが可能となる。また、定格電流が小さくなることから、インバータ自身と素子定格電流、およびインバータ装置冷却機構の小型化を実現することができ、かつ主回路・素子に損傷を与えず、安全に保つことが可能となる。

【0043】（第2の実施の形態）本実施の形態による電気自動車駆動用インバータシステムは、前述した第1の実施の形態における制御回路7のインバータ制御回路8に、永久磁石式リラクタンス電動機1の高速回転時には、前記PWM制御の正弦波波形が電圧利用率最大かつスイッチング損失最小となるように、PWM制御から1パルス波形制御へ切り換えて高効率制御を行なう手段を備えた構成としている。

【0044】図5は、永久磁石式リラクタンス電動機1に給電する3相のPWM制御の正弦波波形を造出するインバータ制御回路8における、高速回転時に高効率制御を行なうための制御の一例を示す概要図である。

【0045】次に、以上のように構成した本実施の形態による電気自動車駆動用インバータシステムにおいては、永久磁石式リラクタンス電動機1の高速回転時に、PWM制御波形が電圧利用率最大かつスイッチング損失最小となるように、PWM制御から1パルス波形制御へ

切り換えていることにより、動力電源3降下時も動力電源3を最大限有効利用して、3相インバータ回路5の損失による発熱を抑え込む高効率制御を行なうことができる。

【0046】また、1パルス制御により永久磁石式リラクタンス電動機1電圧をアップでき、永久磁石式リラクタンス電動機1と素子の電流が小さくなる。これにより、限られた動力電源3である2次電池の充電間隔を延ばすことができ、インバータとして、高速回転時に、高効率運転制御を行なうことができる。

【0047】上述したように、本実施の形態による電気自動車駆動用インバータシステムでは、永久磁石式リラクタンス電動機1の高速回転時に、PWM制御波形が電圧利用率最大かつスイッチング損失最小となるように、PWM制御から1パルス波形制御へ切り換えるようにしているので、動力電源3降下時も動力電源3を最大限有効利用して、3相インバータ回路5の損失による発熱を抑え込む高効率制御を行なうことが可能となる。

【0048】また、1パルス制御により永久磁石式リラクタンス電動機1電圧をアップでき、永久磁石式リラクタンス電動機1と素子の電流を小さくすることが可能となる。これにより、限られた動力電源3の充電間隔を延ばすことができ、インバータとして、高速回転時に、高効率運転制御を行なうことができる。

【0049】（第3の実施の形態）本実施の形態による電気自動車駆動用インバータシステムは、前述した第1の実施の形態における制御回路7のインバータ制御回路8に、定トルク領域では最大トルク位相で最大効率運転を行ない、定出力領域では進み位相角で制御を行なうことによって、前記磁石トルクとリラクタンストルクが最適配分となるように最大効率制御を行なう手段を備えた構成としている。

【0050】図6は、永久磁石式リラクタンス電動機1に給電する3相のPWM制御の正弦波波形を造出するインバータ制御回路8における、最大効率運転制御を行なうための制御の一例を示す概要図である。

【0051】次に、以上のように構成した本実施の形態による電気自動車駆動用インバータシステムにおいては、定トルク領域では最大トルク位相で最大効率運転を行ない、定出力領域では進み位相角で制御を行なっていることにより、磁石トルクとリラクタンストルクを最適に配分制御して、熱損失の少ない最大効率制御を行なうことができる。これにより、限られた動力電源の充電間隔を延ばすことができ、インバータとして、定出力と定トルクの全領域にわたって、高効率運転制御を行なうことができる。

【0052】上述したように、本実施の形態による電気自動車駆動用インバータシステムでは、定トルク領域では最大トルク位相で最大効率運転を行ない、定出力領域では進み位相角で制御を行なうようにしているので、磁

石トルクとリラクタンストルクを最適に配分制御して、熱損失の少ない最大効率制御を行なうことが可能となる。

【0053】これにより、限られた動力電源3の充電間隔を延ばすことができ、インバータとして、定出力と定トルク的全領域にわたって、高効率運転制御を行なうことが可能となる。

【0054】(第4の実施の形態)本実施の形態による電気自動車駆動用インバータシステムは、前述した第1の実施の形態における制御回路7のインバータ制御回路8に、前記回転センサー2の代りに、永久磁石式リラクタンズ電動機1の磁極位置を、低速回転時には高周波電圧を重畳して電流振幅の差で軸方向を推定し、かつ直流電圧を印加して磁気飽和の差からN極S極の磁極位置を判定し、高速回転時には逆電圧の向きから磁極位置を演算判定して、回転センサーレス制御を行なう手段を備えた構成としている。

【0055】図7は、永久磁石式リラクタンズ電動機1に給電する3相のPWM制御の正弦波波形を造出するインバータ制御回路8における、回転センサーレス制御を行なうための制御の一例を示す概要図である。

【0056】次に、以上のように構成した本実施の形態による電気自動車駆動用インバータシステムにおいては、永久磁石式リラクタンズ電動機1の速度検出および位相検出を行なう回転センサー2の代りに、永久磁石式リラクタンズ電動機1の磁極位置を、低速回転時には高周波電圧を重畳して電流振幅の差で軸方向を推定し、かつ直流電圧を印加して磁気飽和の差からN極S極の磁極位置を判定し、高速回転時には逆電圧の向きから磁極位置を演算判定して回転センサーレス制御を行なっていることにより、回転センサー2を不要として電動機を小型化し、かつハード品である回転センサー2に頼らず、信頼性を向上することができる。

【0057】上述したように、本実施の形態による電気自動車駆動用インバータシステムでは、永久磁石式リラクタンズ電動機1の速度検出および位相検出を行なう回転センサー2の代りに、永久磁石式リラクタンズ電動機1の磁極位置を、低速回転時には高周波電圧を重畳して電流振幅の差で軸方向を推定し、かつ直流電圧を印加して磁気飽和の差からN極S極の磁極位置を判定し、高速回転時には逆電圧の向きから磁極位置を演算判定して回転センサーレス制御を行なうようにしているので、回転センサー2を不要として電動機を小型化し、かつハード品である回転センサー2に頼らず、信頼性を向上することが可能となる。

【0058】(第5の実施の形態)本実施の形態による電気自動車駆動用インバータシステムは、前述した第1の実施の形態における制御回路7のインバータ制御回路8に、永久磁石式リラクタンズ電動機1の高速回転時に、永久磁石式リラクタンズ電動機1の誘起電圧を回転

子磁石の温度から推定演算し、3相インバータ回路5の故障によって動力電源3と3相インバータ回路5とをスイッチ6により解列しても、永久磁石式リラクタンズ電動機1の無負荷時誘起電圧によってスイッチング素子や主回路機器の破壊が起きないように、上記推定演算結果に基づいて速度制限をかける制御を行なう手段を備えた構成としている。

【0059】図8は、永久磁石式リラクタンズ電動機1に給電する3相のPWM制御の正弦波波形を造出するインバータ制御回路8における、誘起電圧を回転子内磁石温度から推定演算するための手順の一例を示す概要図である。

【0060】次に、以上のように構成した本実施の形態による電気自動車駆動用インバータシステムにおいては、磁石の誘起電圧と温度との関係式から、ある回転数における誘起電圧を演算する。

【0061】すなわち、図8に示すように、まず手順1にて常温時の磁石温度 θ_1 を測定し、次に手順2にて常温時の磁石の誘起電圧 E_1 を測定し、次に手順3にてある回転数時の磁石温度 θ_2 を測定することにより、手順4にてある回転数時の誘起電圧 E_2 を計算し、次に手順5にて最高速度 N_0 時の誘起電圧 E_0 を計算することができる。

【0062】これにより、最高速度 N_0 時の誘起電圧 E_0 を逆に推測することができ、素子や主回路機器類の耐圧以下となるように、永久磁石式リラクタンズ電動機1の速度を制限することができる。

【0063】上述したように、本実施の形態による電気自動車駆動用インバータシステムでは、永久磁石式リラクタンズ電動機1の高速回転時に3相インバータ回路5が故障しても、永久磁石式リラクタンズ電動機1の無負荷時誘起電圧が低ければ、直流電力を供給する動力電源3と3相インバータ回路5とをスイッチ6により解列しても、永久磁石式リラクタンズ電動機1の無負荷時誘起電圧によるスイッチング素子や主回路機器の耐圧超過による破壊は起きないことから、永久磁石式リラクタンズ電動機1の誘起電圧を回転子磁石の温度から推定演算して速度制限をかける制御を行なうようにしているので、絶えず機器の耐圧以下しか最高速度が出ず、機器を耐圧破壊することがなくなり、安全性を向上することが可能となる。

【0064】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の電気自動車駆動用インバータシステムによれば、電動機として、同一定格出力を得るのに従来と比べて定格電流を小さくすることができ、かつ高速回転時の無負荷時誘起電圧を低くすることができる。これにより、インバータ自身およびインバータ装置冷却機構の小型化を実現し、また限られた動力電源の充電間隔を延ばし、インバータとして高効率運転制御を行なうことが可能となる。

11

【0065】以上により、高効率（低燃費）、高出力、小型で、経済性、安全性、信頼性が高く、電気自動車駆動用の特性に合った、広い回転数域をカバーする広界磁弱め範囲を実現可能な電気自動車駆動用のインバータシステムを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による電気自動車駆動用インバータシステムの第1の実施の形態を示すブロック回路図。

【図2】同第1の実施の形態の電気自動車駆動用インバータシステムにおける永久磁石式リラクタンス電動機の構成例を示す断面図。

【図3】磁石を回転子の表面に取り付けた磁石電動機（SPM）の電気特性の一例を示す図。

【図4】永久磁石式リラクタンス電動機（PRM）の電気特性の一例を示す図。

【図5】本発明による第2の実施の形態の電気自動車駆動用インバータシステムにおける高速回転時に高効率制御を行なうための制御の一例を示す概要図。

【図6】本発明による第3の実施の形態の電気自動車駆

12

動用インバータシステムにおける最大効率運転制御を行なうための制御の一例を示す概要図。

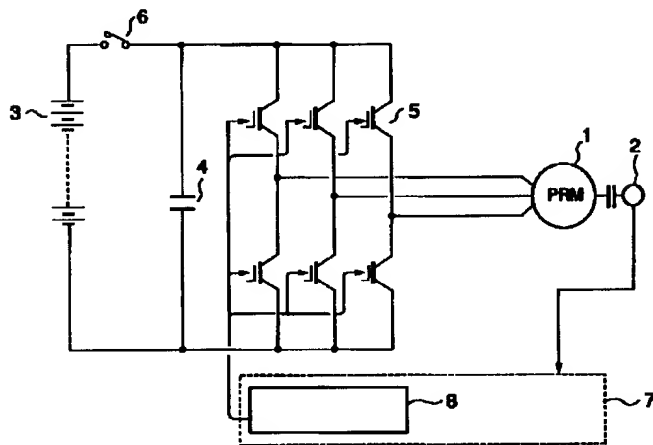
【図7】本発明による第4の実施の形態の電気自動車駆動用インバータシステムにおける回転センサレス制御を行なうための制御の一例を示す概要図。

【図8】本発明による第5の実施の形態の電気自動車駆動用インバータシステムにおける誘起電圧を回転子内磁石温度から推定演算するための手順の一例を示す概要図。

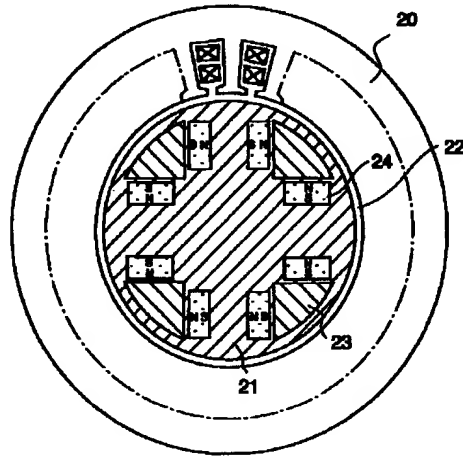
【符号の説明】

- 1…永久磁石式リラクタンス電動機（PRM）
- 2…回転センサー
- 3…動力電源
- 4…平滑コンデンサ
- 5…3相インバータ回路
- 6…スイッチ
- 7…制御回路
- 8…インバータ制御回路。

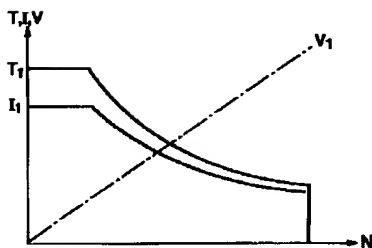
【図1】



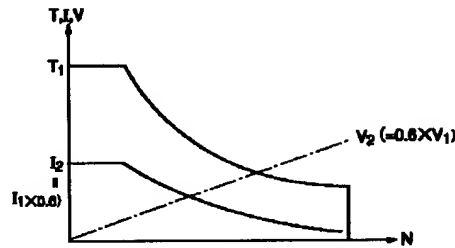
【図2】



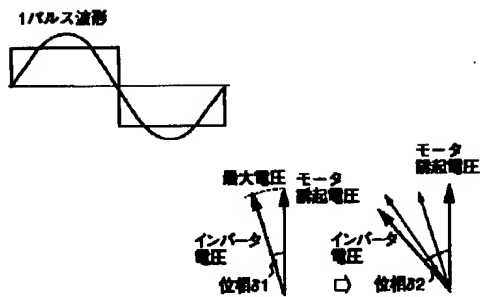
【図3】



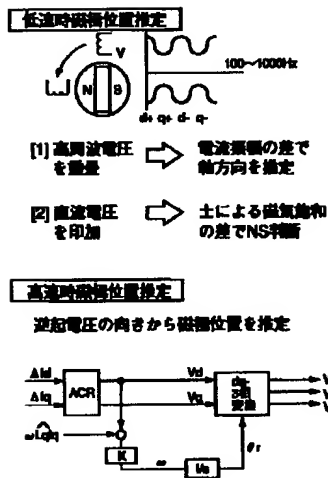
【図4】



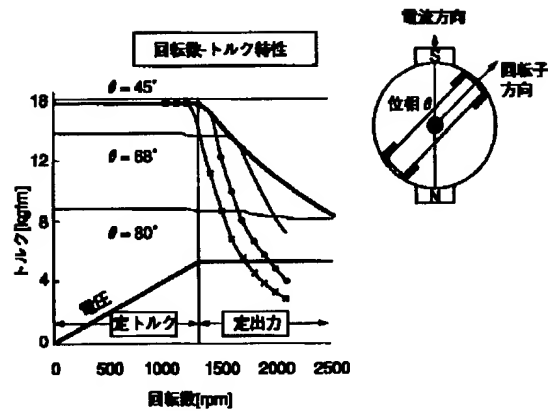
【図5】



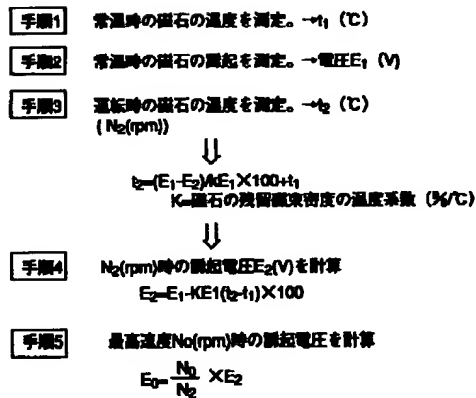
【図7】



【図6】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 中沢 洋介
東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝
府中工場内

Fターム(参考) 5H115 PA08 PA11 PC06 PG04 PI16
PI29 PU10 PU11 PV09 PV23
RB23 TB10 TO05 TO30 TR04
TU11 TW10 TZ08 TZ10
5H550 AA16 BB02 BB03 BB04 BB08
CC04 DD09 HA07 HB07 HB16
LL07 LL14 LL16 LL35 LL39
MM03 MM05
5H560 AA08 BB04 BB17 BB18 DA07
DA13 DB07 DB13 DC05 EB01
EC01 JJ03 JJ05 RR10 UA02
XA12 XA15

DERWENT-ACC-NO: 2002-029705
DERWENT-WEEK: 200204
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Inverter system for electric vehicle, controls
pulse width modulation
of three-phase inverter circuit which supplies electric
power to motor, based
on rotational speed and phase of motor

PATENT-ASSIGNEE: TOSHIBA KK[TOKE]

PRIORITY-DATA: 2000JP-0063875 (March 8, 2000)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES	MAIN-IPC	
JP 2001258283	September 21, 2001	N/A
008	H02P 005/05	

A

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
JP2001258283A	N/A	2000JP-0063875
March 8, 2000		

INT-CL (IPC): B60L009/18; H02P005/05 ; H02P006/08 ;
H02P006/12 ;
H02P006/18

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2001258283A

BASIC-ABSTRACT: NOVELTY - A rotation sensor (2) detects the
rotational speed
and the phase of a permanent-magnet reluctance motor (PRM)
(1). An inverter
control circuit (8) controls the pulse width modulation
(PWM) of the
three-phase inverter circuit (5) which supplies electric
power to motor, based
on output of detector. A parallel-off switch (6) is
connected between the DC
source (3) and the inverter circuit.

USE - Pulse width modulation control inverter system having

permanent-magnet
reluctance motor (PRM) for electric vehicle.

ADVANTAGE - Facilitates to obtain highly efficient
operation with simple less
components.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the circuit
diagram of the
inverter system.

Motor 1

Rotation sensor 2

DC source 3

Three-phase inverter circuit 5

Parallel-off switch 6

Inverter control circuit 8

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/8

TITLE-TERMS:

INVERTER SYSTEM ELECTRIC VEHICLE CONTROL PULSE WIDTH
MODULATE THREE PHASE
INVERTER CIRCUIT SUPPLY ELECTRIC POWER MOTOR BASED ROTATING
SPEED PHASE MOTOR

DERWENT-CLASS: Q14 X12 X13 X21

EPI-CODES: X12-J01A9; X12-J05; X13-G01C1; X13-G01F2;
X13-G03A; X13-U01;
X21-A01F; X21-A04C;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2002-023031